

**Piezoelectric device for charging an electric accumulator of a vibrating object.**

**Patent number:** EP0673102  
**Publication date:** 1995-09-20  
**Inventor:** PERMUY ALFRED (FR); DUPERRAY BERNARD (FR); GARNIER BERNARD (FR)  
**Applicant:** METRAVIB SA (FR)  
**Classification:**  
- **International:** H01L41/113; H02J7/32; H01L41/113; H02J7/32; (IPC1-7): H02J7/00; H01L41/113  
- **European:** H01L41/113; H02J7/32  
**Application number:** EP19950420070 19950320  
**Priority number(s):** FR19940003441 19940318

**Also published as:**

FR2717637 (A1)  
EP0673102 (B1)

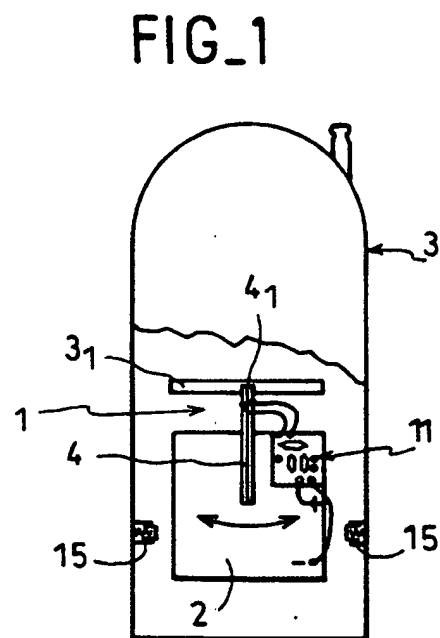
**Cited documents:**

US4870700  
US3456134  
SU618717  
JP5266930

[Report a data error here](#)

**Abstract of EP0673102**

The piezoelectric device is intended to charge an electrical accumulator (2) which powers an object (3) which may be subject to accelerations. At least one piezoelectric element (4) is attached to the object, with a weight acting against the element when the object is subject to acceleration. The action of the weight causes the generation of electric charge. An electrical conversion circuit (11) takes the energy provided in the piezoelectric device and produces a current which is used to charge the accumulator. This circuit includes a rectifier providing a direct current output. The conversion circuit may include a DC-DC converter, with selected impedance and voltage conversion characteristics.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



⑫

# **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **95420070.5**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup> : **H02J 7/00, H01L 41/113**

㉔ Date de dépôt : **20.03.95**

③① Priorité : **18.03.94 FR 9403441**

④③ Date de publication de la demande :  
**20.09.95 Bulletin 95/38**

⑧④ Etats contractants désignés :  
**BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

⑦① Demandeur : **METRAVIB R.D.S. Société Anonyme**  
**64, Chemin des Mouilles**  
**B.P. 182**  
**F-69132 Ecully Cédex (FR)**

⑦② Inventeur : **Permuy, Alfred**  
**3, rue des deux Gares**  
**92500 Rueil Malmaison (FR)**  
Inventeur : **Duperray, Bernard**  
**Allée Sainte Philomène**  
**F-01480 Ars (FR)**  
Inventeur : **Garnier, Bernard**  
**71, Avenue du Comte Vert**  
**F-73000 Chambéry (FR)**

⑦④ Mandataire : **Thibault, Jean-Marc**  
**Cabinet Beau de Loménie**  
**51, Avenue Jean Jaurès**  
**B.P. 7073**  
**F-69301 Lyon Cédex 07 (FR)**

⑤④ **Dispositif piézoélectrique pour charger un accumulateur d'énergie électrique équipant un objet soumis à des vibrations.**

⑤⑦ — L'objet de l'invention concerne un dispositif piézoélectrique pour charger un accumulateur d'énergie électrique (2) équipant un objet (3) soumis à des accélérations, le dispositif comportant :

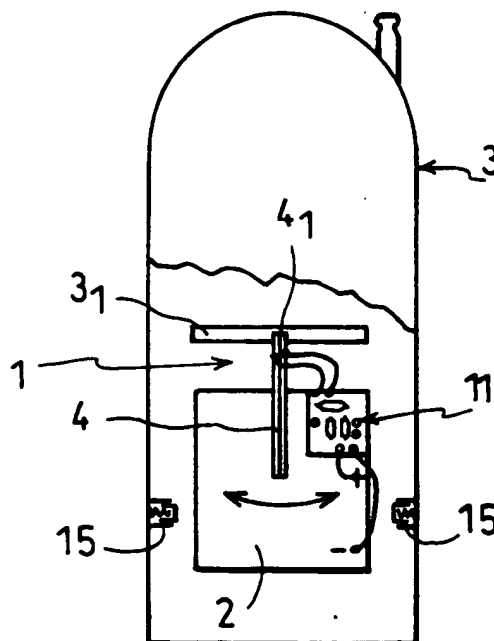
— au moins un élément piézoélectrique (4) lié à l'objet (3),

— une masse agissant sur l'élément piézoélectrique, de manière à assurer l'apparition de charges électriques, lorsque l'objet est soumis à une accélération,

— et un circuit électrique (11) de conversion des charges apparaissant, à la suite de l'oscillation de l'élément piézoélectrique, en un courant de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (2), le circuit comportant, en entrée, un étage redresseur délivrant une tension continue.

— Selon l'invention, le circuit de conversion (11) comporte un convertisseur continu-continu interposé entre l'étage redresseur et l'accumulateur (2), présentant une impédance d'entrée de valeur constante et purement résistive et délivrant, en sortie, un courant moyen sensiblement proportionnel au carré de la tension délivrée par l'étage redresseur.

**FIG.1**



La présente invention concerne le domaine technique des systèmes adaptés pour assurer le chargement d'un accumulateur d'énergie électrique équipant un objet au sens général soumis à des vibrations ou à des chocs.

L'objet de l'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des objets électriques dont le fonctionnement nécessite l'utilisation d'un accumulateur d'énergie, ces objets présentant un caractère portable ou un fonctionnement dans des endroits isolés, tout en étant soumis à des vibrations ou à des chocs. D'une manière illustrative mais non limitative, l'invention peut équiper des micro-ordinateurs portatifs, les appareils de radio-communication, tels que les téléphones et télécopieurs, les baladeurs, les postes de radio ou des bouées lumineuses.

L'un des problèmes majeurs que présentent ces types d'objets réside dans leur autonomie d'énergie de relativement faible durée.

Pour tenter de résoudre ce problème, l'état de la technique a proposé une première solution consistant à utiliser des éléments photo-électriques qui génèrent des courants de charge, en fonction de l'intensité de l'éclairement naturel ou artificiel. Ce type de chargeur équipe, notamment, des objets, tels que des montres ou des calculatrices.

Cette solution technique permet de générer uniquement des courants de valeurs faibles, à moins de constituer des panneaux photo-électriques de grande surface, ce qui n'est pas toujours possible, en raison du caractère portable des objets. Il apparaît, également, que la génération efficace de charges est subordonnée à une orientation appropriée des capteurs dans le champ d'une lumière d'intensité suffisante, de sorte que cette solution technique ne peut pas être mise en oeuvre pour équiper divers objets portatifs dont l'utilisation peut être effectuée en l'absence d'une source lumineuse.

Il est connu, dans l'état de la technique, une autre solution consistant à utiliser, à l'aide de moyens thermoélectriques, la différence de température entre la chaleur du corps humain et la température ambiante. Outre le fait que ce genre de solution présente un faible rendement, le principe même de cette technique limite ses applications pratiquement aux montres-bracelets.

Il est connu, par ailleurs, une autre solution consistant à utiliser l'énergie des mouvements mécaniques qui sont induits sur un composant inertiel de l'objet par les mouvements naturels associés au transport de cet objet. Il est ainsi connu un dispositif visant à convertir les mouvements par voie électrodynamique et comportant un micro-rotor aimanté, se déplaçant à l'intérieur d'un bobinage de fils conducteurs de l'électricité. Les vibrations sont appliquées à l'objet et, par suite, au micro-rotor, de manière à obtenir l'apparition d'un courant électrique qui, après avoir

été redressé et accumulé dans un condensateur, est transféré à une batterie. Il apparaît que le rendement de ce dispositif reste faible et que sa complexité, et donc sa fragilité, est importante. Il s'avère, en pratique, qu'une telle solution technique est limitée essentiellement à des applications horlogères qui requièrent des puissances limitées de l'ordre du microwatt.

Il est connu, par ailleurs, par le document **SU-A-618 717**, un dispositif pour charger un accumulateur d'énergie électrique, comportant une lame piézoélectrique dont une extrémité est liée à l'objet et dont l'autre extrémité est munie d'une masse. La lame est reliée à un circuit assurant la conversion des charges électriques apparaissant lorsque l'objet est soumis à une accélération. Le circuit de conversion des charges est constitué par un étage redresseur. Cette solution présente les mêmes inconvénients que ceux énoncés ci-dessus, dans la mesure où la puissance récupérée reste de l'ordre du microwatt, ce qui limite les applications de ce type de dispositif.

La présente invention vise donc à remédier aux inconvénients énoncés ci-dessus en proposant un dispositif, adapté pour charger un accumulateur d'énergie électrique équipant un objet, au sens général, soumis à des accélérations et capable de générer des puissances électriques suffisantes, par exemple de l'ordre de quelques milliwatts, pour permettre de charger ledit accumulateur d'énergie électrique.

Un autre objet de l'invention est d'offrir un dispositif pour charger un accumulateur d'énergie électrique offrant une grande fiabilité et simplicité de fabrication, tout en présentant l'avantage de ne pas alourdir les objets équipés du dispositif selon l'invention.

Pour atteindre ces objectifs, le dispositif selon l'invention comporte :

- au moins un élément piézoélectrique lié à l'objet, apte à osciller selon au moins un degré de liberté,
- une masse oscillante agissant sur l'élément piézoélectrique, de manière à assurer l'apparition de charges électriques lorsque l'objet est soumis à une accélération,
- et un circuit électrique de conversion des charges apparaissant, à la suite de l'oscillation de l'élément piézoélectrique, en un courant de charge de l'accumulateur d'énergie électrique, le circuit comportant, en entrée, un étage redresseur délivrant une tension continue.

Selon l'invention, le circuit de conversion comporte un convertisseur continu-continu interposé entre l'étage redresseur et l'accumulateur, présentant une impédance d'entrée de valeur constante et purement résistive et délivrant, en sortie, un courant moyen sensiblement proportionnel au carré de la tension délivrée par l'étage redresseur.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limita-

tifs, des formes de réalisation et de mise en oeuvre de l'objet de l'invention.

La fig. 1 est une vue schématique montrant un exemple d'application d'un dispositif piézoélectrique, conforme à l'invention, pour un objet portatif.

La fig. 2 est une vue générale montrant un détail caractéristique du dispositif selon l'invention.

Les fig. 3 et 4 sont des schémas explicitant deux variantes de réalisation d'un circuit de conversion conforme à l'invention.

La fig. 5 est une vue schématique montrant un autre exemple de réalisation d'un dispositif piézoélectrique selon l'invention.

Tel que cela apparaît plus précisément à la fig. 1, le dispositif 1 selon l'invention est destiné à assurer le chargement d'un accumulateur d'énergie électrique 2 équipant un objet 3 au sens général, destiné à être soumis à des vibrations, à des chocs ou, d'une manière générale, à des accélérations. D'une manière classique, l'objet 3 comporte un accumulateur d'énergie électrique 2, tel qu'une batterie, destiné à alimenter un circuit électrique spécifique assumant des fonctions appropriées adaptées à la nature de l'objet.

Le dispositif 1, selon l'invention, de chargement de l'accumulateur 2, comporte au moins un élément piézoélectrique 4 constitué, dans l'exemple illustré, par une lame liée, par l'une de ses extrémités 4<sub>1</sub>, à l'objet 3. Dans l'exemple illustré, l'extrémité 4<sub>1</sub> de la lame est montée sur une platine 3<sub>1</sub> faisant partie de l'objet 3. La lame piézoélectrique 4 comporte une paire d'armatures 5 et 6 déposées sur ses faces principales opposées, de sorte qu'il apparaît, sous l'influence d'une force, des charges de signe contraire sur les armatures et donc une différence de potentiel proportionnelle à la force appliquée. De préférence, la lame piézoélectrique 4 est constituée par l'intermédiaire d'une céramique ferroélectrique polarisée.

Bien entendu, il peut être mis en oeuvre une lame 4 constituée à partir d'une association de lamelles piézoélectriques, de manière à constituer un montage bimorphe ou multimorphe, soit parallèle, soit série. Dans le même sens, il peut être envisagé de réaliser la lame à partir d'un matériau souple ou élastique, sur lequel sont montées une ou plusieurs céramiques. Par ailleurs, il doit être considéré que l'élément piézoélectrique peut être réalisé sous une forme différente d'une lame. Il peut être prévu, ainsi, de mettre en oeuvre, pour l'élément piézoélectrique, par exemple, un assemblage de céramiques fonctionnant en traction-compression. Il peut être aussi envisagé de réaliser un système à bras de levier agissant sur l'élément piézoélectrique pour permettre de modifier la raideur du système ainsi réalisé.

Le dispositif selon l'invention comporte, également, une masse 7 adaptée pour agir sur l'élément piézoélectrique 4, de manière à assurer l'apparition de charges électriques sur les armatures 5 et 6, lors-

que la lame est soumise à des accélérations consécutives à des vibrations de l'objet. Tel que cela apparaît plus précisément dans l'exemple illustré à la fig. 2, la masse oscillante 7 est montée en porte-à-faux sur la lame 4 en étant ancrée sur l'extrémité libre 4<sub>2</sub> de la lame, opposée de celle 4<sub>1</sub> ancrée à l'objet 3. De préférence, la masse 7 est constituée par l'accumulateur 2, de sorte que le poids de l'objet 3 n'est pas augmenté par l'incorporation d'une masse additionnelle. Dans le cas où l'élément piézoélectrique n'est pas réalisé sous la forme d'une lame, la masse 7 est montée de manière à agir sur l'élément piézoélectrique.

La lame piézoélectrique 4 travaille ainsi en flexion en supportant une masse 7 montée en porte-à-faux, permettant d'obtenir des mouvements de battement de la lame de relativement grande amplitude, par exemple de l'ordre de quelques centimètres. La lame 4 ainsi équipée est donc apte à osciller selon au moins un degré de liberté donné, considéré dans un plan privilégié de flexion P. La lame 4 est adaptée pour présenter des fréquences d'oscillation basses, afin de coïncider au mieux avec le contenu des sollicitations de transport, également de basse fréquence. Par exemple, la lame 4 est dimensionnée pour offrir une fréquence d'oscillation comprise entre 1 et 20 Hz et, de préférence, entre 5 et 10 Hz. Dans le même sens, la masse oscillante 7 est comprise entre 30 et 500 grammes et, de préférence, de l'ordre de 100 grammes.

Le dispositif selon l'invention comporte, également, un circuit électrique 11, assurant une conversion des charges apparaissant aux bornes de la lame 4, à la suite de son oscillation, en un signal de charge de la batterie 2. Le dispositif piézoélectrique 1 selon l'invention permet ainsi d'assurer le chargement de la batterie 2 par la récupération des charges électriques dues aux mouvements d'accélération de la lame 4 et consécutifs aux différentes secousses ou vibrations que subit l'objet lors de son transport ou de son utilisation.

Dans l'exemple illustré plus précisément à la fig. 2, le circuit 11 de conversion comporte un circuit redresseur 12 permettant de cumuler les charges obtenues sur une période entière, dans la mesure où les mouvements oscillants génèrent des champs électriques opposés à chaque demie période d'oscillation de la lame. Le circuit redresseur 12 délivre une tension de sortie V<sub>e</sub> qui est appliquée à l'entrée d'un circuit 13 conçu pour convertir le signal redressé en un courant de charge. A cet effet, le circuit de conversion 13 comporte une impédance d'entrée 13<sub>1</sub>, adaptée aux caractéristiques électriques de la lame 4 et un générateur de courant 13<sub>2</sub> permettant de charger l'accumulateur 2.

Tel que cela ressort plus précisément de la fig. 3, le circuit de conversion 13 constitue un convertisseur continu-continu interposé entre l'étage redresseur 12

et l'accumulateur 2. Il doit être compris que le circuit 13 est adapté pour convertir le signal continu délivré par l'étage redresseur 12, en un courant continu  $I$ , à savoir variant unidirectionnellement, de manière à recharger l'accumulateur 2 sous une tension imposée par cette dernière, et quelle que soit la tension délivrée par l'étage redresseur.

Selon l'invention, le convertisseur 13 doit présenter une impédance d'entrée purement résistive et dont la valeur est constante, quelle que soit l'amplitude de la tension d'entrée  $V_e$  délivrée par l'étage redresseur 12. La valeur de cette résistance d'entrée est déterminée, d'une part, par les caractéristiques mécaniques du système masse-ressort équivalent à l'élément piézoélectrique équipé de sa masse et, d'autre part, par les caractéristiques des déplacements auxquels l'objet est soumis. En effet, il doit être considéré que la valeur de cette résistance d'entrée est calculée de manière à obtenir un facteur de surtension déterminé pour le résonateur mécanique formé par l'élément piézoélectrique. Le facteur de surtension et la fréquence de résonance d'un tel résonateur sont optimisés de façon à obtenir, pour une forme de spectre d'excitation donnée, une fraction déterminée de la puissance maximale définie par la valeur de la masse 7 et l'intensité de l'excitation vibratoire pour un déplacement minimal de la lame 4.

Pour une gamme de fréquence d'excitation inférieure à 20 Hz et en se limitant à une puissance disponible, par exemple égale à 0,9 de la puissance maximale, le facteur de surtension peut prendre des valeurs inférieures à 10 avec une fréquence de résonance proche de 15 Hz. De préférence, pour une excitation uniforme entre 1 et 12 Hz, le facteur de surtension sera de l'ordre de 8 avec une fréquence de résonance d'environ 9 Hz. La valeur de la résistance d'entrée se déduit alors des caractéristiques mécaniques et électriques de la lame 4, ainsi que des valeurs du facteur de surtension et de la fréquence de résonance.

Le convertisseur 13 présente une autre caractéristique qui est celle de délivrer, en sortie, aux pertes près, un courant moyen  $I$  sensiblement proportionnel au carré de la tension d'entrée  $V_e$ . Le courant  $I$  unidirectionnel alimente l'accumulateur 2 sous une tension imposée par l'accumulateur 2.

Le convertisseur 13 selon l'invention est constitué par une alimentation à résonance permettant, d'une part, de présenter une impédance d'entrée purement résistive de valeur constante et, d'autre part, de délivrer un courant moyen proportionnel au carré de la tension d'entrée  $V_e$ . La structure et le fonctionnement d'une alimentation à résonance sont connus et décrits, notamment, dans le livre ALIMENTATION À DÉCOUPAGE - CONVERTISSEURS À RÉSONANCE - J.P. FERRIEUX & F. FOREST, Editions MASSON, 2ème Edition, 1994. La description qui suit, en référence à la fig. 3, décrit de manière succincte une

alimentation à résonance appliquée à la charge d'une batterie 2.

L'alimentation à résonance 13 comporte deux interrupteurs électroniques  $K_1$ ,  $K_2$  montés en série entre les bornes de sortie de l'étage redresseur 12 délivrant la tension d'entrée  $V_e$ . Les interrupteurs  $K_1$ ,  $K_2$  sont commandés en fonctionnement par un circuit de commande 20 piloté à partir de la tension d'entrée  $V_e$ , de sorte que la fréquence de commande des interrupteurs est proportionnelle à la tension d'entrée  $V_e$ .

L'alimentation à résonance comporte aussi deux redresseurs, tels que deux diodes  $D_1$ ,  $D_2$  montées en parallèle, respectivement, avec les interrupteurs  $K_1$ ,  $K_2$ . Deux condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  de même valeur, montés en série, sont connectés entre les bornes de sortie de l'étage redresseur 12. Une inductance  $L$ , montée en série avec un circuit redresseur 21 alimentant la batterie 2, est reliée, d'une part, au point milieu des diodes  $D_1$  et  $D_2$  et des interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  et, d'autre part, au point milieu des condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$ .

Le circuit redresseur 21 est formé par un pont de quatre diodes  $D_A$ - $D_D$ , dont la branche commune comporte la batterie 2. D'une manière classique, les interrupteurs  $K_1$ ,  $K_2$  sont commandés pour fonctionner en alternance. Ainsi, lorsque l'interrupteur  $K_1$  est commandé en mode de conduction, tandis que simultanément l'interrupteur  $K_2$  est bloqué, le courant traversant l'inductance  $L$  est formé de deux demi-sinusoides dont la fréquence est déterminée par les valeurs de l'inductance  $L$  et des condensateurs  $C_1$  et  $C_2$ . Lors de la première demi-période, la conduction est assurée par l'interrupteur  $K_1$  et le courant alimente la batterie 2 à travers les diodes  $D_A$  et  $D_D$ . Lors de la deuxième demi-période, la conduction est assurée par la diode  $D_1$  et l'interrupteur  $K_1$  peut alors être ouvert. Le courant alimente alors la batterie 2 à travers les diodes  $D_B$  et  $D_C$ . A la fin de la période complète, ni l'interrupteur  $K_1$ , ni la diode  $D_1$  ne conduisent et l'interrupteur  $K_2$  peut alors être fermé. Un fonctionnement identique à celui décrit ci-dessus se produit.

Le convertisseur à résonance décrit ci-dessus constitue un circuit optimisé pour récupérer l'énergie électrique délivrée par l'élément piézoélectrique.

La fig. 4 illustre une autre variante de réalisation dans laquelle l'enroulement  $L$  est constitué par l'inductance de fuite du primaire d'un transformateur  $T$ , dont l'enroulement secondaire alimente le circuit redresseur 21. La mise en oeuvre d'un transformateur  $T$  permet d'adapter les tensions à la tension de charge de la batterie 2.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la lame 4 est limitée dans son mouvement d'oscillation, par l'intermédiaire de deux butées 15 placées dans le plan de flexion  $P$ , de part et d'autre de la lame 4. Par exemple, les butées 15 sont placées de manière à venir en contact avec la masse oscillante 7. De préférence, les butées 15 sont de nature élas-

tique, permettant d'augmenter l'énergie récupérée et la fréquence d'oscillation de la masse 7. Une telle disposition permet d'augmenter la puissance électrique disponible.

Dans l'exemple illustré, la lame piézoélectrique 4 est montée de manière à travailler en flexion dans un plan P, perpendiculaire à ses faces principales constituées par les électrodes 5 et 6. Bien entendu, il peut être envisagé de constituer un élément piézoélectrique formé d'au moins deux lames piézoélectriques, montées de manière à présenter chacune un plan de flexion différent. Ainsi, il pourrait être envisagé de monter, sur la lame piézoélectrique 4, une autre lame piézoélectrique décalée de 90°, dont le plan de flexion privilégié serait parallèle au plan des armatures, c'est-à-dire perpendiculaire au plan de flexion P. Une telle disposition offre l'avantage de pouvoir récupérer l'énergie des oscillations de la masse 7 se déplaçant dans les deux directions sus-indiquées.

Tel que cela ressort plus précisément du montage illustré à la fig. 1, le dispositif 1 est sensible aux sollicitations de translation, suivant un axe horizontal s'établissant dans le plan de la feuille. La fig. 5 illustre un montage dans lequel le dispositif 1 est sensible aux sollicitations de translation suivant l'axe vertical. Dans cet exemple de réalisation, il est à noter que l'accumulateur 2 est supporté par deux lames 4 supportées en porte-à-faux par la platine 3<sub>1</sub>.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

## Revendications

1 - Dispositif piézoélectrique pour charger un accumulateur d'énergie électrique (2) équipant un objet (3) soumis à des accélérations, le dispositif comportant :

- au moins un élément piézoélectrique (4), lié à l'objet (3), apte à pouvoir osciller selon au moins un degré de liberté,
- une masse (7) agissant sur l'élément piézoélectrique, de manière à assurer l'apparition de charges électriques, lorsque l'objet est soumis à une accélération,
- et un circuit électrique (11) de conversion des charges apparaissant, à la suite de l'oscillation de l'élément piézoélectrique, en un courant de charge de l'accumulateur d'énergie électrique (2), le circuit comportant, en entrée, un étage redresseur (12) délivrant une tension continue, caractérisé en ce que le circuit de conversion (11) comporte un convertisseur continu-continu (13) interposé entre l'étage redresseur (12) et l'accumulateur (2), présentant une impédance d'entrée de valeur constante et purement résistive et délivrant, en sortie, un courant moyen sensiblement proportionnel

au carré de la tension délivrée par l'étage redresseur.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte deux butées limitant le déplacement de l'élément piézoélectrique (4).

3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les butées (15) sont de nature élastique permettant d'augmenter la puissance électrique convertie.

4 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur continu-continu (13) présente une impédance d'entrée résistive dont la valeur est déterminée en fonction des caractéristiques mécaniques de l'élément piézoélectrique associé à la masse.

5 - Dispositif selon la revendication 1 ou 4, caractérisé en ce que le convertisseur continu-continu (13) est constitué par une alimentation à résonance comportant :

- deux interrupteurs électroniques ( $K_1$ ,  $K_2$ ) commandés et possédant chacun, en parallèle, deux redresseurs ( $D_1$ ,  $D_2$ ), montés en série entre les bornes de sortie de l'étage redresseur (12),
- deux condensateurs ( $C_1$ ,  $C_2$ ) montés en série entre les bornes de sortie de l'étage redresseur (12),
- une inductance (L) associée à un pont redresseur (21) alimentant l'accumulateur (2) et montée entre les points milieu des interrupteurs ( $K_1$ ,  $K_2$ ), d'une part, et des condensateurs ( $C_1$ ,  $C_2$ ), d'autre part.

6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les interrupteurs électroniques ( $K_1$ ,  $K_2$ ) sont commandés à une fréquence proportionnelle à la tension d'entrée ( $V_e$ ) du convertisseur, délivrée par l'étage redresseur.

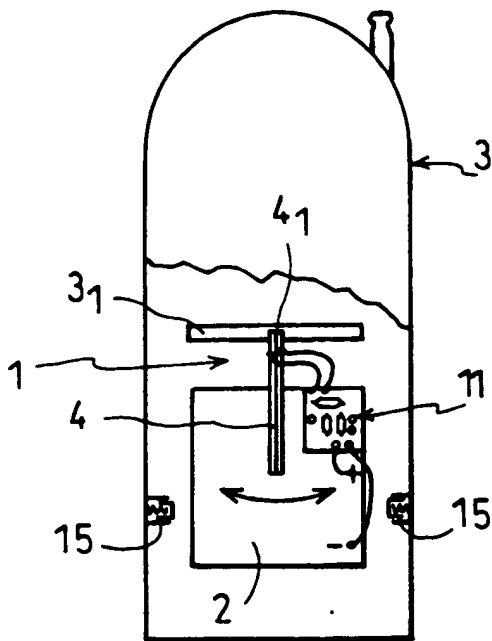
7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'enroulement (L) constitue l'inductance de fuite du primaire d'un transformateur ( $T_1$ ), dont l'enroulement secondaire alimente le pont redresseur alimentant l'accumulateur (2).

8 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (4) est une céramique ferroélectrique polarisée.

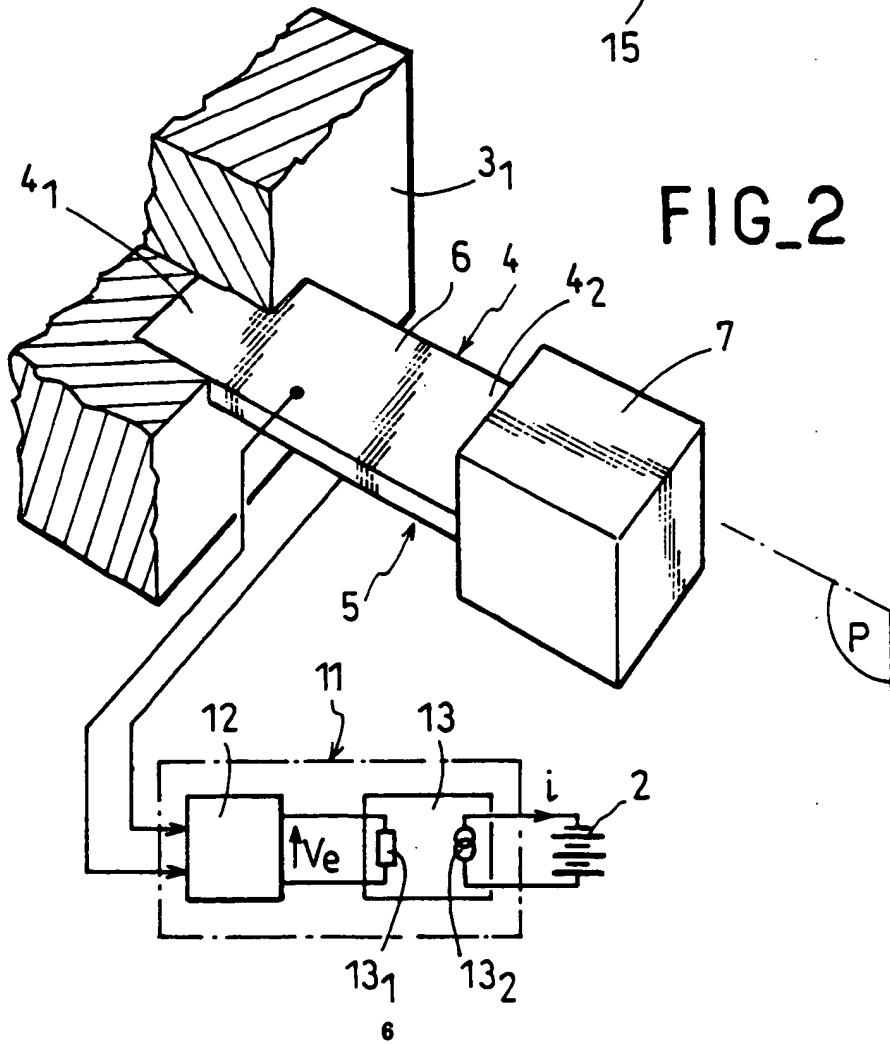
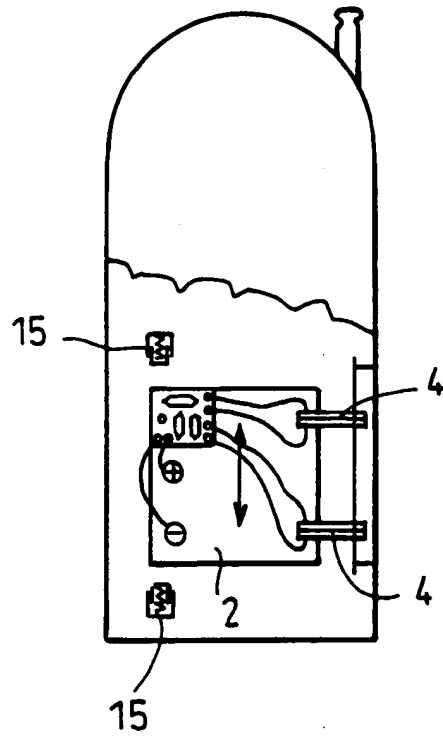
9 - Dispositif selon la revendication 1 ou 8, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (4) présente une fréquence d'oscillation comprise entre 1 et 20 Hz et, de préférence, entre 5 et 10 Hz, et se trouve équipée d'une masse comprise entre 30 et 500 grammes et, de préférence, de l'ordre de 100 grammes.

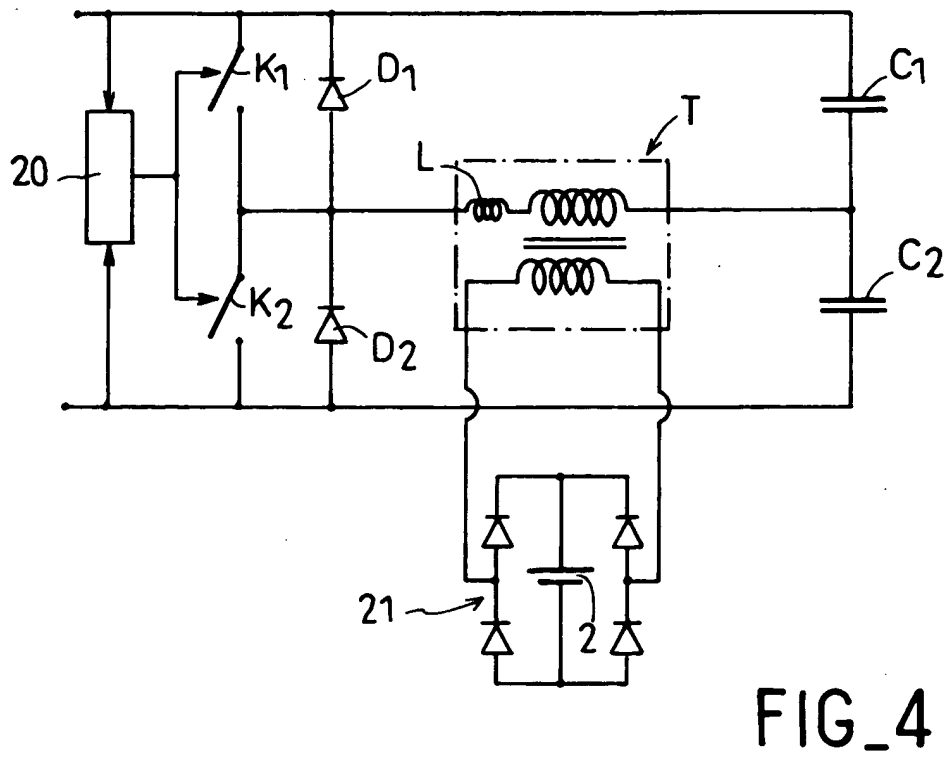
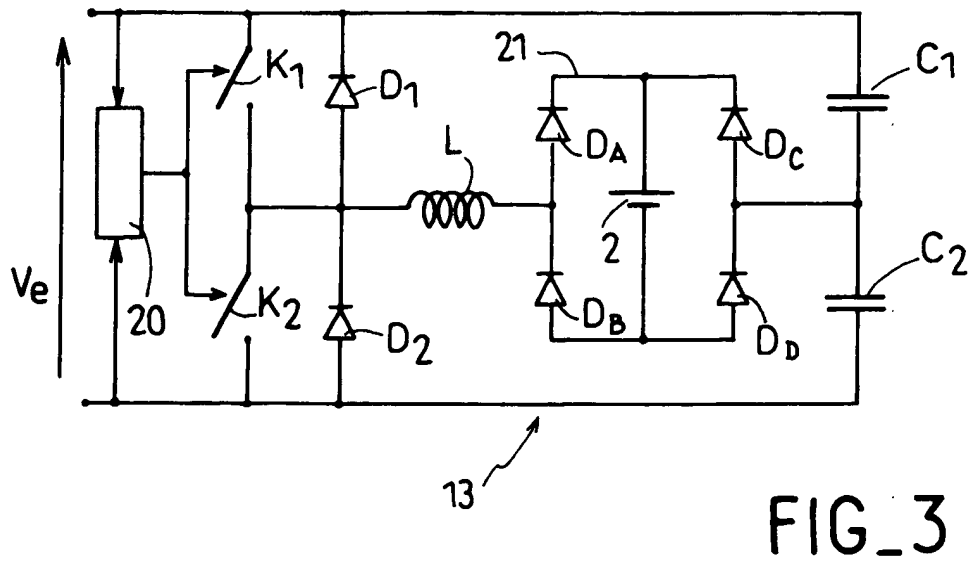
10 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (4) et la masse (7) constituent un résonateur mécanique dont le facteur de surtension est inférieur à 10 et, de préférence, de l'ordre de 8.

FIG\_1



FIG\_5









Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 95 42 0070

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	<p>DATABASE WPI Week 7923 Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 79-F08448 [23] &amp; SU-A-618 717 (ABRAMOV ET AL) , 24 Juin 1978 * abrégé *</p>	1	H02J7/00 H01L41/113
A	<p>US-A-4 870 700 (ORMANNS) * abrégé * * colonne 3, ligne 43 - ligne 60 *</p>	1	
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18 no. 33 (E-1493) ,18 Janvier 1994 &amp; JP-A-05 266930 (BROTHER IND LTD) 15 Octobre 1993, * abrégé *</p>	1	
A	<p>US-A-3 456 134 (H. KO) * colonne 1, ligne 65 - colonne 2, ligne 31; figures 1,2 *</p>	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H02J H01L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30 Juin 1995	Examinateur Helot, H
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (01.92) (P0402)